

И. М. БАРДАХ

САМОДЕЛЬНЫЕ УСИЛИТЕЛИ ДЛЯ РАДИОУЗЛОВ





ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

МАССОВАЯ РАДИО БИБЛИОТЕКА

ПОД ОБЩЕЙ РЕДАКЦИЕЙ АКАДЕМИКА А. И. БЕРГА

Выпуск 106

И. М. БАРДАХ

САМОДЕЛЬНЫЕ УСИЛИТЕЛИ ДЛЯ РАДИОУЗЛОВ

АН07



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

МОСКВА 1951 ЛЕНИНГРАД

В брошюре приводится описание двух самодельных маломощных усилителей, предназначенных для радиофикации школ, небольших рабочих поселков, колхозов. Питание одного усилителя осуществляется от сети переменного тока, а второго — от гальванических батарей или аккумуляторов.

Брошюра рассчитана на радиолюбителя средней квалификации.

СОДЕРЖАНИЕ

Редактор *З. Б. Гинзбург* Техн. редактор *Л. М. Фридкин*

Сдано в набор 28/III 1951 г. Подписано к печати 15/V 1951 г.
Бумага 82×108[1]/[32] = [1]/[2] бумажн. лист. — 1,64 печ. л. 2 уч.-изд. л.
Т—03671 Тираж 25 000 экз. Зак. № 1127

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10

ВВЕДЕНИЕ

Советские радиолюбители активно участвуют в радиофикации нашей страны. Отдельные радиолюбители и радиокружки много сделали в этой области. Так, ученики средней школы с. Тетлега Чугуевского района Харьковской области установили в своем селе и окрестных деревнях несколько десятков детекторных приемников. Кружковцы радиолаборатории Московского городского дома пионеров установили свыше 70 детекторных приемников и два узла с питанием от батарей в Калининском районе Московской области.

Широко развернувшаяся радиофикация школ направила мысли радиолюбителей на конструирование маломощных радиоузлов, пригодных для этой цели. За разработку школьных радиоузлов радиокружки 8 и 10-й средних школ г. Киева были премированы на 8-й Всесоюзной заочной радиовыставке дипломами 2-й степени.

Радиолюбители тт. Рассыпнов и Эйранов (Тбилиси) за конструкцию радиоузла с питанием от батарей были премированы на этой выставке денежной премией.

Среди различных методов радиофикации нашей страны довольно большое место занимает радиофикация посредством установки небольших радиоузлов, способных обслужить около 100 громкоговорителей типа «Рекорд». Для этой цели широко применяются и самодельные радиоузлы.

Самодельные маломощные радиоузлы находят широкое применение при радиофикации небольших колхозов, рабочих поселков, школ, больниц и пр. В том случае, когда условия эксплоатации потребуют увеличения мощности радиоузла, необходимо переходить на промышленную аппаратуру (У-50, УК-50, КТУ-100 и пр.), так как постройка радиоузла такой мощности в любительских условиях представляет известные трудности. Само собой разумеется, что

постройка и эксплоатация самодельного радиоузла с выходной мощностью 5—15 *вт*, а также устройство линий для него должны производиться в полном соответствии с инструкциями и директивами Министерства связи.

В настоящей брошюре приводится описание двух самодельных усилителей для радиоузлов: одного — с питанием от сети переменного тока и выходной мощностью 10—15 *вт* и второго — с питанием от гальванических батарей или аккумуляторов с выходной мощностью около 5 *вт*.

При выборе схемы и конструкции описываемых узлов учитывалось, что их изготовление должно быть под силу радиолюбителю средней квалификации, не располагающему сложной измерительной аппаратурой.

УСИЛИТЕЛЬ С ПИТАНИЕМ ОТ СЕТИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Усилитель с питанием от сети переменного тока имеет следующие ступени: микрофонную, предварительного усиления, предоконечную и оконечную. Он может работать от радиоприемника, звукоснимателя и микрофона.

Принципиальная схема усилителя приведена на фиг. 1. В усилителе применено всего пять ламп, причем первая лампа $Л_1$ (6Ж7) используется только при работе от микрофона. Во второй ступени используется лампа $Л_2$ (6Г7), у которой аноды диодов соединены с катодом. Лампа $Л_3$ (6Н7) является фазопереворачивающей и работает в предоконечной ступени. В выходной ступени, собранной по двухтактной схеме, применены два лучевых тетрода $Л_4$ и $Л_5$ (6Л6 или 6П3).

В цепь управляющей сетки лампы $Л_1$ включен микрофонный трансформатор $Тр_1$.

Для уменьшения фона переменного тока, который становится очень заметным при большом усилении, микрофонная ступень имеет развязывающие фильтры как по анодному питанию, так и по цепи накала. Эти фильтры установлены в выпрямителе (фиг. 2).

Напряжение на анод лампы $Л_1$ подается с дополнительной ячейки фильтра выпрямителя.

Нить накала этой лампы питается от отдельной накальной обмотки V силового трансформатора выпрямителя через селеновый столбик. Для уменьшения пульсации тока нить накала лампы $Л_1$ зашунтирована конденсатором C_2 емкостью в 100 *мкф* на малое напряжение (6—12 *в*).

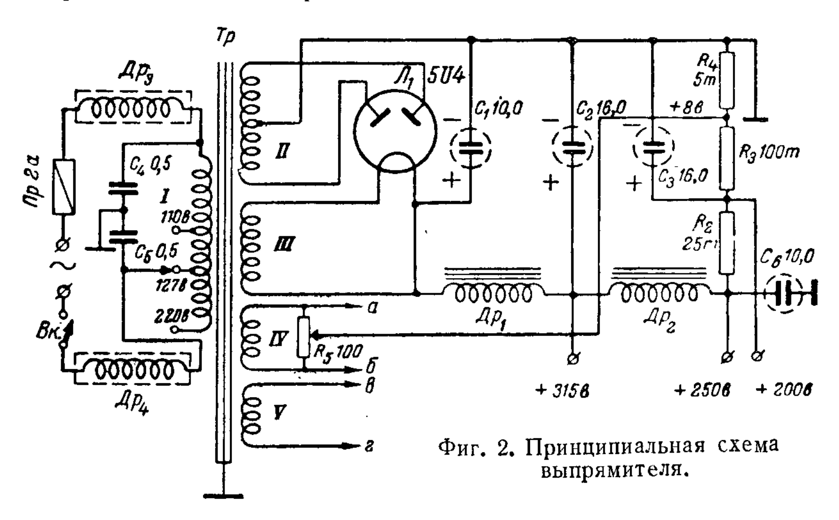
В случае отсутствия селенового столбика лампу микрофонной ступени можно питать от отдельной обмотки с на-

Фиг. 1. Принципиальная схема усилителя с питанием от сети переменного тока.

пряжением 6 *в*; при этом несколько возрастет фон от пульсаций переменного тока.

Сопротивление R_1 является анодной нагрузкой, его величина подобрана так, чтобы получить более равномерное усиление всех частот звукового спектра.

Отрицательное смещение на управляющую сетку лампы подается за счет падения напряжения на сопротивлении R_2, включенном в цепь катода лампы. Сопротивление R_2 заблокировано конденсатором C_1.



Фиг. 2. Принципиальная схема выпрямителя.

В цепи управляющей сетки лампы $Л_2$ находится переключатель $П_1$, служащий для переключения усилителя с одного рода работы на другой.

Усиление регулируется с помощью переменного сопротивления R_4, включенного в цепь управляющей сетки лампы $Л_2$. Это сопротивление имеет отвод, к которому подключается компенсирующая цепочка, состоящая из последовательно соединенных сопротивления R_5 и конденсатора C_5. Назначение этой цепочки — компенсировать кажущееся уменьшение усиления низких частот при небольшой громкости.

Величина сопротивления R_5 и емкость конденсатора C_5 выбраны такими, что эта цепочка представляет малое сопротивление для высоких частот. При небольшой громкости, когда движок переменного сопротивления находится близко к заземленному концу переменного сопротивления R_4, це-

почка, шунтируя часть переменного сопротивления, срезает высокие частоты, благодаря чему подчеркивается воспроизведение низких частот. Следует отметить, что включение компенсирующей цепочки, хотя и желательно, но не является обязательным.

Смещение на управляющую сетку лампы $Л_2$ подается автоматически за счет падения напряжения на сопротивлении R_6, включенном в цепь катода, параллельно которому включен конденсатор C_6.

Последовательно с сопротивлением R_6 включено переменное сопротивление R_7. С помощью этого сопротивления подбирается нужная величина отрицательной обратной связи: чем больше величина сопротивления, тем более глубокой получается отрицательная обратная связь.

В анодной цепи лампы $Л_2$ помимо нагрузочного сопротивления R_8 включено сопротивление развязки R_9, которое заблокировано конденсатором C_7. Выделенное на нагрузочном сопротивлении напряжение низкой частоты через конденсатор C_8 подается на сетку левого триода лампы $Л_3$ (6Н7). Правый триод этой лампы служит для переворачивания фазы сигнала.

Фазопереворачивающая ступень необходима для перехода с однотактной схемы на двухтактную, так как на управляющие сетки ламп двухтактной ступени напряжение низкочастотного сигнала должно быть подано в фазах, сдвинутых на 180° по отношению друг к другу.

Усилитель будет работать без искажений только в том случае, если на анодных нагрузках фазопереворачивающей ступени будут выделены равные по амплитуде низкочастотные сигналы, но имеющие, как уже было сказано, разные фазы.

Для этого сетка правого триода лампы $Л_3$ подключается к делителю, состоящему из сопротивлений R_{14} и R_{16}. Сопротивление R_{14} должно быть обязательно меньше сопротивления R_{15}. Благодаря этому амплитуда сигнала в точке *А* получается примерно равной амплитуде сигнала на управляющей сетке левого триода лампы, и усилитель получается сбалансированным.

Напряжение сигнала через конденсаторы C_{10}, C_{11} и сопротивления R_{17} и R_{18} подается на управляющие сетки ламп $Л_4$ и $Л_5$. Назначение сопротивлений R_{17} и R_{18} — предохранить выходную ступень от самовозбуждения.

Отрицательное смещение на управляющие сетки ламп $Л_3$, $Л_4$ и $Л_5$ подается автоматически за счет падения напряжения на сопротивлениях, включенных в цепь катодов этих ламп (R_{11}, R_{19} и R_{20}). Сопротивление R_{19} взято переменным, что позволяет уравнять анодные токи ламп $Л_4$ и $Л_5$. Только в том случае, если токи их будут одинаковы, оконечная ступень будет работать с минимальными искажениями.

Для измерения тока оконечных ламп служит миллиамперметр (не показанный на схеме), который с помощью однополюсной вилки включается в цепь одной или другой лампы оконечной ступени (точки *Б*, *В*). Этот же миллиамперметр, будучи включен в цепь катодов обеих ламп (точка *Г*), может служить для контроля за работой этих ламп.

Анодной нагрузкой ламп оконечной ступени является первичная обмотка выходного трансформатора $Тр_2$. Средняя точка первичной обмотки включается после первого дросселя фильтра $Др_1$. Напряжение на экранирующие сетки ламп снимается с выхода выпрямителя после дросселя $Др_2$.

Для улучшения частотной характеристики в усилителе применена отрицательная обратная связь. Напряжение отрицательной обратной связи снимается со специальной обмотки *III* выходного трансформатора $Тр_2$ и подается на катод лампы $Л_2$. Один конец обмотки цепи обратной связи соединяется с шасси. Чтобы эта обмотка не была замкнута накоротко, в цепь обратной связи включено сопротивление R_{21}.

Применение отрицательной обратной связи уменьшает усиление в несколько раз, но качество работы усилителя при этом значительно улучшается.

Схема выпрямителя

Выпрямитель для питания усилителя собирается по схеме, показанной на фиг. 2. Для улучшения фильтрации в фильтре выпрямителя включено последовательно два дросселя $Др_1$ и $Др_2$. Кроме улучшения фильтрации такая схема позволяет снять разное напряжение для питания ламп. После первого дросселя снимается напряжение на аноды ламп оконечной ступени, а после второго — на аноды остальных ламп и экранные сетки ламп оконечной ступени.

В выпрямителе используется кенотрон 5U4, с которого можно снять до 250 *ма* выпрямленного тока.

Вместо одного кенотрона 5U4 можно применить два кенотрона 5Ц4, включая их параллельно.

В фильтре, включенном в цепь сетевой обмотки силового трансформатора, применены два дросселя $Др_3$ и $Др_4$ индуктивностью в 2 *мгн* и два конденсатора C_4, C_5 по 0,5 *мкф*, рассчитанных на рабочее напряжение не меньше 350 *в*. Оба дросселя лучше заэкранировать, поместив каждый в отдельный экран. Применение такого сетевого фильтра способствует уменьшению различных помех и снижает фон переменного тока.

На выходе выпрямителя включается делитель напряжения, состоящий из сопротивлений R_2, R_3 и R_4.

Величины сопротивлений, входящие в делитель, подбираются таким образом, чтобы получить указанные на схеме напряжения.

Если общее сопротивление делителя взять небольшим, то значительно возрастет потребление тока. Поэтому общее сопротивление делителя должно быть порядка 100 тыс. *ом*. При такой величине дополнительная нагрузка, подключаемая к выпрямителю, будет малой (3—4 *ма*) и, кроме того, можно использовать сопротивления, рассчитанные на мощность рассеяния до 0,25 *вт*. Для уменьшения фона переменного тока параллельно обмотке *IV* силового трансформатора включено переменное сопротивление R_5 порядка 100 *ом*. Движок его присоединен к делителю R_3 — R_4.

Детали

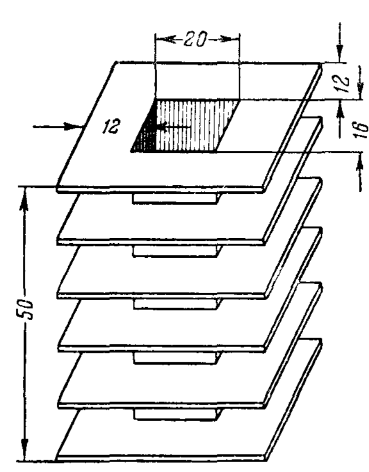
Все детали, за исключением трансформаторов и дросселей,— промышленного изготовления.

Обмотки микрофонного трансформатора размещаются на каркасе, размеры которого приведены на фиг. 3. Первичная обмотка состоит из 400 витков провода ПЭ 0,12—0,15, а вторичная — из 8 000 витков провода ПЭ 0,08—0,1. Для сердечника трансформатора берутся пластины Ш-16, толщина набора 20 *мм*.

Для уменьшения междувитковой емкости, что необходимо для получения хорошей частотной характеристики усилителя, каркас трансформатора секционирован. В каждую секцию укладывается 80 витков первичной и 1 600 витков вторичной обмотки. Между первичной и вторичной обмотками прокладывается один-два слоя лакоткани. Обмотки в секциях соединяются последовательно так, чтобы каждая последующая секция являлась продолжением предыдущей.

Трансформатор обязательно должен быть заключен в стальной экран, толщина стенок которого не меньше 0,8—1 *мм*. Выводы от трансформатора лучше провести через зажимы, укрепленные на экране и изолированные от него прокладками из гетинакса или текстолита. Для улучшения экранировки трансформатор желательно заключить во второй экран, причем расстояние между стенками экранов должно составлять 8—10 *мм*.

Для изготовления выходного трансформатора надо применить пластины Ш-25; толщина пакета 40 *мм*. Первичная обмотка *I* имеет 2 × 1 000 витков провода ПЭ 0,25. Вторичная обмотка *II* наматывается проводом ПЭ 0,9 и имеет 220 витков с отводами от 30, 55 и 160 витков. Обмотка обратной связи *III* имеет 50 витков провода ПЭ 0,25. Обмотка *IV*, предназначенная для включения контрольного громкоговорителя, состоит из 40 витков провода ПЭ 0,9.



Фиг. 3. Каркас для обмоток микрофонного трансформатора.

Намотку трансформатора нужно вести в следующем порядке. Первой наматывается половина вторичной обмотки, затем наматывается половина первичной обмотки. Между обмотками нужно проложить один слой лакоткани. После намотки первичной обмотки наматывается вся обмотка обратной связи, затем другая половина первичной и вторая половина вторичной. Поверх всех обмоток размещается обмотка *IV*.

Сердечник трансформатора собирается с воздушным зазором в 0,1 *мм*.

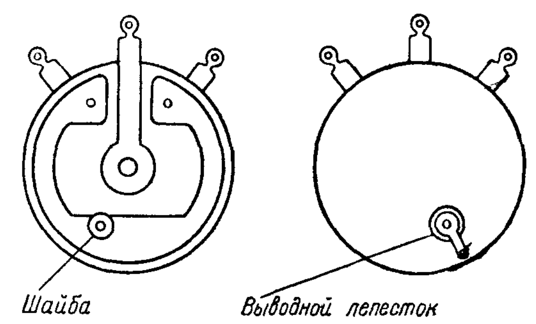
Трансформатор должен быть изготовлен очень тщательно; намотку желательно вести виток к витку.

Все сопротивления, за исключением R_{19} и R_{20},— типа ВС, допускающие мощность рассеивания в 0,5 *вт*. Сопротивления R_{19} и R_{20} — проволочные.

В низковольтном выпрямителе, питающем накал лампы $Л_1$, применены селеновые шайбы диаметром 35—45 *мм*, по одной шайбе в плече.

Переключатель $П_1$ может быть любого типа. Можно, например, применить одну плату от переключателя диапазонов.

Для регулятора громкости может быть применено переменное сопротивление от приемника 6Н-1. Это сопротивление имеет отвод для подключения компенсирующей цепочки. Если не удастся достать такое сопротивление, то подобный отвод можно сделать самому, использовав переменное



Фиг. 4. Переделка переменного сопротивления.

сопротивление обычного типа. Для этого сопротивление нужно разобрать и высверлить одну из заклепок, крепящих среднюю часть подковки (фиг. 4). Затем, чтобы обеспечить надежный контакт между подковкой и средним выводом сопротивления, в этом месте на подковку накладывается медная или латунная шайба.

Шайба с помощью кусочка медной проволоки диаметром 1,0—1,2 *мм* приклепывается к подковке. С наружной стороны сопротивления с помощью этой же заклепки приклепывается выводной лепесток.

Силовой трансформатор выпрямителя собирается на пластинах Ш-30; толщина пакета 40 *мм*. Первичная обмотка *I* имеет 550 + 85 + 465 витков провода ПЭ 0,7, причем 465 витков, которые подключаются только при напряжении электросети в 220 *в*, могут быть намотаны проводом ПЭ 0,5. Повышающая обмотка *II* имеет 2 × 1 700 витков провода ПЭ 0,28. Обмотка накала кенотрона *III* намотана проводом ПЭ 1,2 и имеет 26 витков. Обмотки накала ламп *IV* и *V* имеют по 32 витка провода ПЭ 1,2 и ПЭ 0,5.

Все обмотки трансформатора желательно наматывать виток к витку. Это предохранит его от возможного пробоя между соседними витками и слоями обмоток. После намотки каждого слоя необходимо проложить парафинированную бумагу. Между отдельными обмотками прокладывается несколько слоев лакоткани.

Дроссель фильтра $Др_1$ намотан на сердечнике сечением в 7,5 *см²*. Для сердечника берутся трансформаторные пластины Ш-25. Намотка ведется проводом ПЭ 0,3; число витков составляет 3 000. После каждых 700 витков нужно проложить пару слоев парафинированной бумаги. Сопротивление дросселя не должно превышать 150—200 *ом*.

Сечение сердечника второго дросселя $Др_2$ может быть небольшим, так как через этот дроссель течет значительно меньший ток. Вполне достаточно взять пластины Ш-16 при толщине пакета 16 *мм*. Наматывается дроссель проводом ПЭ 0,15—0,18. Количество витков должно быть 4 000. Активное сопротивление дросселя 500—700 *ом*.

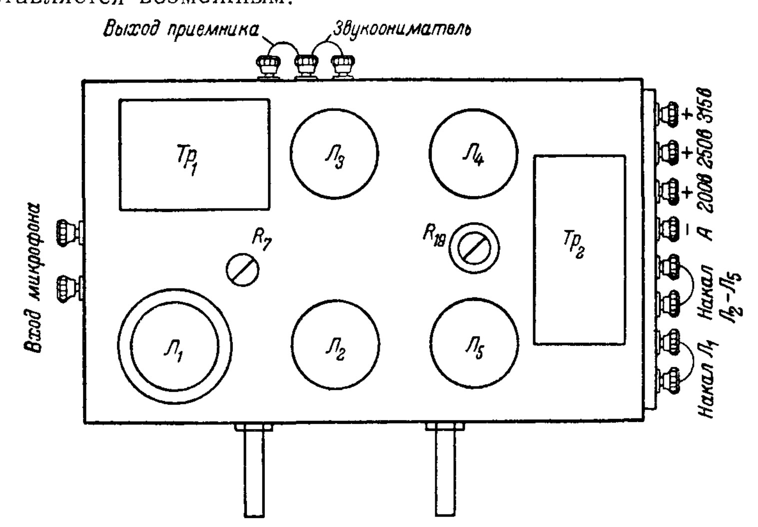
Для облегчения монтажа все концы обмоток силового трансформатора и дросселей лучше вывести на одну сторону.

Конструкция

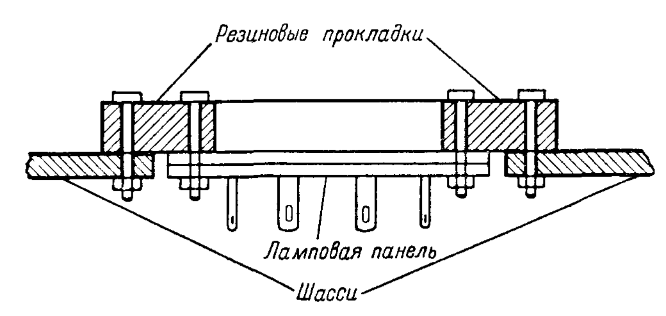
Усилитель собирается на отдельном от выпрямителя металлическом шасси размерами 290 × 180 × 50 *мм*. Толщина стенок шасси 1,2—1,5 *мм*. Сверху шасси размещаются лампы, микрофонный и выходной трансформаторы. На боковой стенке рядом с микрофонным трансформатором размещены гнезда для включения микрофона. На переднюю панель выводятся ручки переменного сопротивления R_4 и переключателя $П_1$. На верхней панели шасси помещаются оси переменных сопротивлений R_7 и R_{19}. Расположение деталей усилителя на шасси показано на фиг. 5.

Ламповую панель лампы $Л_1$ не следует укреплять жестко на шасси, а лучше ее амортизировать. Для этого отверстие в шасси усилителя под ламповую панель лампы $Л_1$ делается диаметром порядка 40 *мм*. Из резины толщиной в 4—5 *мм* вырезается кольцо, внешний диаметр которого должен быть порядка 60—65 *мм*, а внутренний равен 28 *мм*. Резиновое кольцо четырьмя болтами крепится к шасси усилителя. Снизу к резиновому кольцу (фиг. 6) на двух болтиках прикрепляется текстолитовая ламповая панель. Применять керамическую или пластмассовую ламповую

панель не совсем удобно, так как ставить тонкую резину не следует, а укрепить пластмассовую панель с помощью запорного кольца на резине толщиной в 4—5 *мм* не представляется возможным.



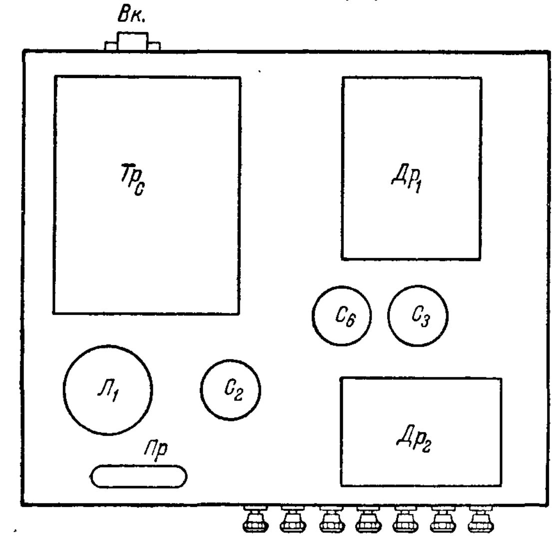
Фиг. 5. Размещение деталей на шасси усилителя.



Фиг. 6. Монтаж ламповой панели лампы $Л_1$.

Обычно у проволочных переменных сопротивлений в 25—50 *ом* ползунок соединен с корпусом и, следовательно, такое сопротивление в нашей схеме окажется закороченным. Поэтому под корпус сопротивления R_{19} и его крепящую гайку необходимо подложить по изолирующей шайбе.

Около панельки лампы $Л_1$ снизу шасси размещаются селеновые шайбы и конденсатор C_2, служащие для выпрямления тока накала этой лампы. На выводы управляющих сеток ламп $Л_1$ и $Л_2$ надо надеть по металлическому колпачку. Необходимо следить, чтобы колпачок имел хороший контакт с баллоном лампы и не касался вывода от управляющей сетки. Провода, идущие к управляющей сетке и аноду лампы $Л_1$, необходимо тщательно заэкранировать. Для этого монтажный провод прокладывается в металлической оплетке, которую в двух-трех местах следует надежно соединить с шасси усилителя. Все остальные цепи монтируются изолированным проводом диаметром 1,2—1,5 *мм*.



Фиг. 7. Расположение деталей на шасси выпрямителя.

Сопротивления и конденсаторы, входящие в схему фазопереворачивающей и оконечной ступени, можно смонтировать на текстолитовой или гетинаксовой пластинке. Этим самым упрощается монтаж и облегчается замена деталей при налаживании.

Выпрямитель собирается отдельно на шасси размером $230 \times 280 \times 70$ *мм*. Расположение деталей на шасси показано на фиг. 7.

Силовой трансформатор и дроссель $Др_1$ монтируются на верхней панели выпрямителя, а дроссель $Др_2$ — внутри шасси.

Для установки трансформатора $Тр_3$ и дросселя $Др_1$ в верхней панели делается вырез с таким расчетом, чтобы сторона обмотки трансформатора и дросселя с выводами оказалась внутри шасси. Трансформатор и дроссель прикрепляются к шасси с помощью стяжных болтов. Выводы цепей анодного напряжения и накала ламп подводятся под зажимы, укрепленные на задней панели шасси.

Выключатель сети укрепляется на передней панели шасси выпрямителя.

Налаживание

Налаживание усилителя начинается с проверки накальных цепей. Напряжение накала ламп $Л_2$, $Л_3$, $Л_4$ и $Л_5$ измеряется вольтметром переменного тока, а накал лампы $Л_1$ — вольтметром постоянного тока, причем обязательно при включенной лампе.

Далее проверяется напряжение на других электродах всех ламп; оно должно соответствовать величинам, указанным на принципиальной схеме.

Отрицательное смещение на управляющих сетках оконечных ламп, как уже было сказано, уравнивается с помощью переменного сопротивления R_{19}. При этом ток ламп $Л_4$ и $Л_5$ должен быть совершенно одинаков.

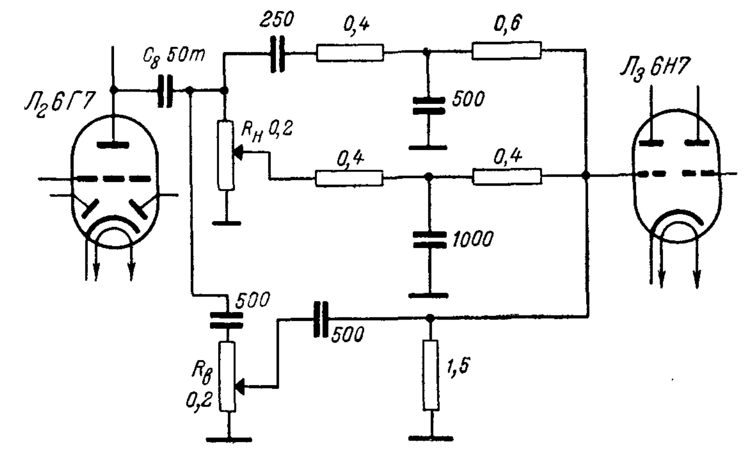
Проверив режимы, ставят сопротивление R_7 в положение, соответствующее минимальной отрицательной обратной связи, и, включив контрольный громкоговоритель, с помощью звукоснимателя проверяют работу усилителя.

Если в громкоговорителе слышен сильный вой высокого тона, который переходит в писк при положении регулятора громкости, соответствующем наименьшему усилению, то необходимо переключить концы у обмотки трансформатора, с которой снимается напряжение отрицательной обратной связи.

При наличии самовозбуждения оконечной ступени увеличивают величины сопротивлений R_{17} и R_{18}, включенных в цепи управляющих сеток ламп $Л_4$ и $Л_5$. Затем включают микрофонную ступень, и если, несмотря на принятые меры, сильно прослушивается фон переменного тока, то этот фон нужно устранить путем подачи с переменного сопротивления R_5 выпрямителя на нити накала ламп небольшого положительного напряжения порядка 8—10 *в*. Вращая в обе стороны ось переменного сопротивления R_5, находят такое положение его движка, при котором фон будет наименьшим.

В усилитель можно ввести регулировку тона. Это позволяет, по желанию, поднять либо высокие, либо низкие частоты.

На фиг. 8 приведена принципиальная схема такого тонкорректора. С помощью переменного сопротивления $R_н$ можно поднять усиление в области низких частот, а изменением сопротивления $R_в$ менять усиление высоких частот.



Фиг. 8. Схема тонкоррекции.

При передвижении движка переменного сопротивления $R_н$ к верхней по схеме точке возрастает усиление низких частот. Точно так же при передвижении движка переменного сопротивления $R_в$ к верхней точке поднимаются высокие частоты.

Благодаря такой регулировке можно получить очень хорошую частотную характеристику усилителя.

УСИЛИТЕЛЬ С ПИТАНИЕМ ОТ БАТАРЕЙ

При постройке усилителя с питанием от гальванических батарей или аккумуляторов главное внимание необходимо обратить на выбор класса усиления в оконечной ступени и подбор ламп в усилителе, чтобы потребление тока было минимальным. Исходя из этих условий, в первых двух ступенях усилителя применены лампы 2Ж2М, а в оконечной ступени 4 лампы СО-257, работающие в режиме класса В.

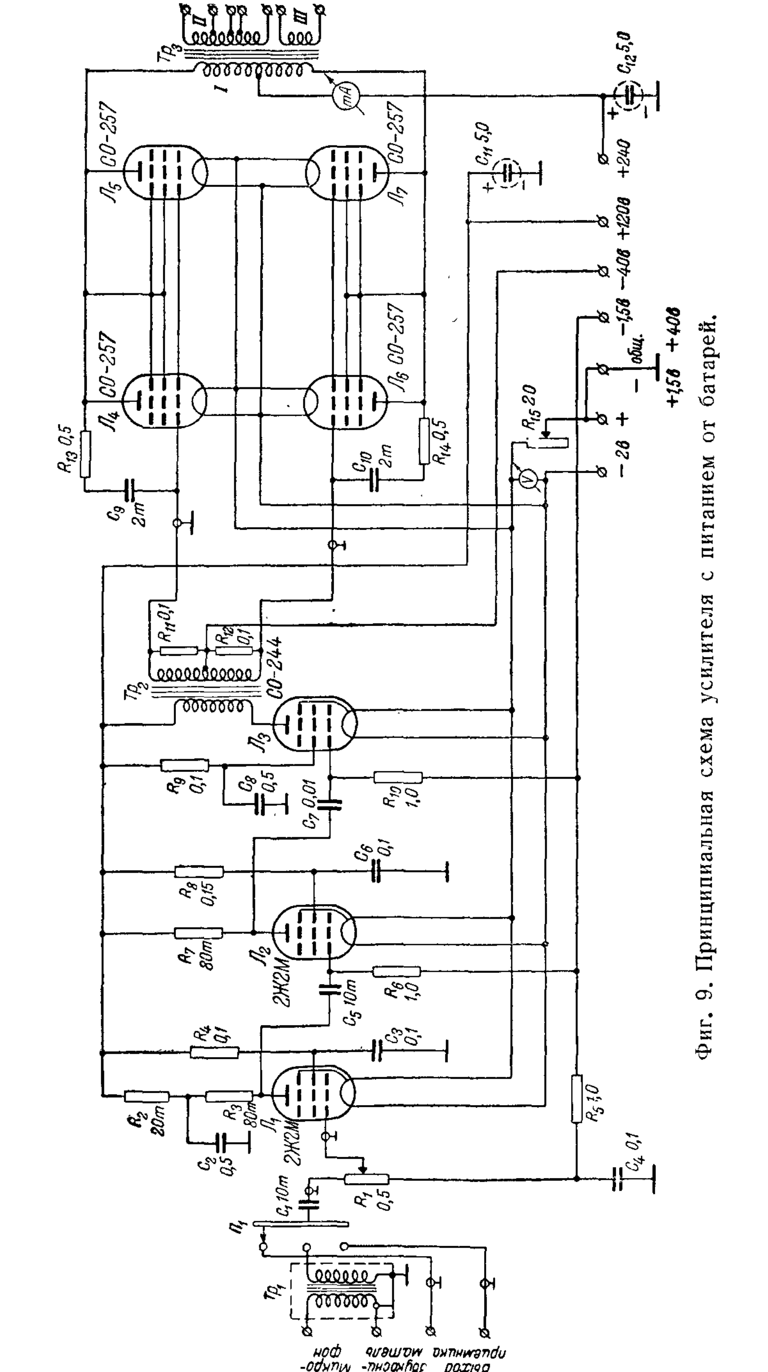
Схема

Принципиальная схема усилителя приведена на фиг. 9. На первую лампу усилителя напряжение раскачки может подаваться от микрофона, звукоснимателя или с выхода радиоприемника.

Переключение рода работы осуществляется переключателем $П_1$. Для регулировки громкости служит переменное сопротивление R_1. В анодную цепь лампы $Л_1$ включены нагрузочное сопротивление R_3 и сопротивление развязки R_2. Цепь управляющей сетки первой лампы развязана от сеточных цепей остальных ламп сопротивлением R_5, которое блокировано на шасси конденсатором C_4. Экранное напряжение подается через сопротивление R_4. Усиленные колебания через конденсатор C_5 подаются на управляющую сетку лампы $Л_2$, в анодную цепь которой включено нагрузочное сопротивление R_7. Напряжение на экранную сетку этой лампы подается через сопротивление R_8. С анода лампы $Л_2$ колебания через конденсатор C_7 подаются на управляющую сетку третьей лампы СО-244. В анодную цепь этой лампы включена первичная обмотка трансформатора $Тр_2$, являющегося входным трансформатором двухтактной ступени.

Напряжение со вторичной обмотки подается на управляющие сетки ламп СО-257, включенных триодами. В анодной цепи их имеется выходной трансформатор $Тр_3$, вторичная обмотка которого рассчитана на включение трансляционных линий (30 *в*) и контрольного громкоговорителя. Из анодной цепи ламп оконечной ступени в цепь их управляющих сеток через цепочки $C_9 — R_{13}$ и $C_{10} — R_{14}$ подается отрицательная обратная связь. В первичную обмотку выходного трансформатора включается контрольный прибор, в качестве которого можно использовать миллиамперметр на 250 *ма*.

Анодное напряжение, подаваемое на оконечную ступень, должно находиться в пределах 240 ÷ 280 *в*. От этой же батареи через соответствующий отвод подается напряжение 120 *в* для питания анодов и экранных сеток ламп первых трех ступеней. Для подачи отрицательного смещения на управляющие сетки первых трех ступеней используется отдельный элемент с напряжением 1,5 *в*. Отрицательное смещение на управляющие сетки ламп оконечной ступени получается от отдельной батареи напряжением 40 *в*.



Фиг. 9. Принципиальная схема усилителя с питанием от батарей.

Для питания накальных цепей ламп лучше всего применить аккумулятор с напряжением 2—2,5 *в*. Регулировка напряжения накала осуществляется реостатом накала R_{15}. Для контроля за накальным напряжением имеется вольтметр постоянного тока на 5 *в*.

Детали

Величины сопротивлений и конденсаторов указаны на принципиальной схеме. Все постоянные сопротивления могут быть рассчитаны на мощность рассеивания в 0,25 *вт*. Сопротивление R_{15} — проволочное.

Микрофонный трансформатор $Тр_1$ имеет ту же конструкцию и данные, что и применяемый в усилителе с питанием от переменного тока.

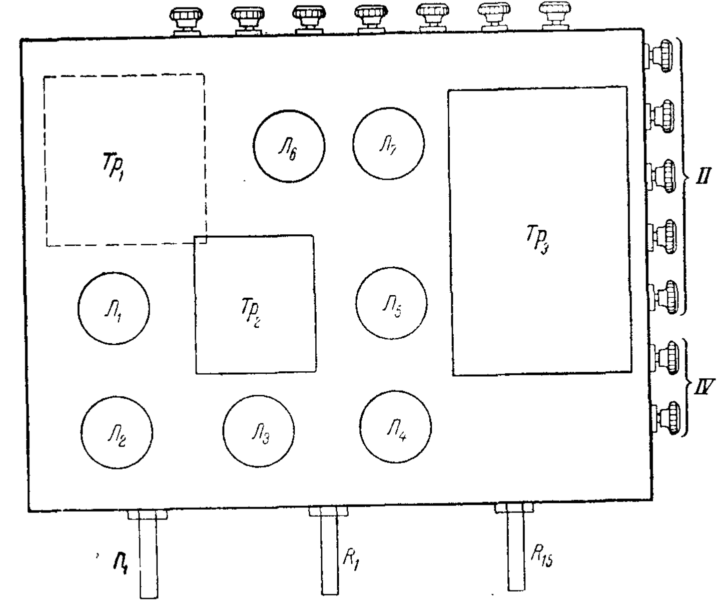
Переходный трансформатор $Тр_2$ собирается на сердечнике из пластин Ш-19; набор 20 *мм*. Пластины собираются без зазора. Первичная обмотка *I* имеет 2 500 витков провода ПЭ 0,08—0,1, а вторичная — 4 000 витков того же провода с отводом от 2000-го витка. Трансформатор можно не заключать в экран.

Выходной трансформатор $Тр_3$ собирается на сердечнике из пластин Ш-19; набор 30 *мм*. Пластины собираются с зазором в 0,1 *мм*. Первичная обмотка имеет 2 000 витков провода ПЭ 0,15—0,2 с отводом от 1000-го витка. Вторичная обмотка состоит из 300 витков провода ПЭ 0,4 с отводами от 100, 150, 200, 225, 250, 275 витков. Во время намотки выходного трансформатора через каждые 200—250 витков прокладывается слой тонкой пропарафинированной бумаги (можно использовать бумагу от пробитых микрофарадных конденсаторов). Обмотки тщательно изолируются друг от друга несколькими слоями лакоткани. Изготовленный трансформатор необходимо заключить в стальной экран с толщиной стенок не меньше 0,5—0,8 *мм*.

Конструкция

Монтируется усилитель на металлическом шасси размерами 210 × 160 × 50 *мм*; толщина шасси 1—1,5 *мм*. Сверху шасси размещаются лампы, междуламповый и выходной трансформаторы. Остальные детали размещаются под шасси. На переднюю панель выводятся ручки переключателя $П_1$, сопротивления R_1, реостата R_{15} и помещаются миллиамперметр и вольтметр. На боковую стенку около выходного трансформатора выводятся зажимы обмоток *II* и *III* этого трансформатора. На задней стенке шасси расположены зажимы для подключения источников питания. Примерное расположение деталей на шасси усилителя показано на фиг. 10.

Лампу первой ступени нужно смонтировать на шасси, укрепив ее ламповую панель на куске резины так же, как



Фиг. 10. Расположение деталей на шасси усилителя.

это сделано в усилителе с питанием от сети переменного тока или при помощи резиновых ленточек.

Постоянные сопротивления и конденсаторы каждой ступени желательно монтировать на панельках, вырезанных из гетинакса или текстолита.

Налаживание

После того как сборка усилителя будет закончена, необходимо тщательно проверить его монтаж по принципиальной схеме. С помощью пробника или омметра необходимо убедиться в отсутствии замыкания цепей высокого

напряжения на шасси. После этого подключаются источники питания и проверяется режим ламп согласно данным, приведенным в таблице.

Режим работы ламп усилителя

	Лампы	Напряжение на аноде, *в*	Напряжение на экранной сетке, *в*	Смещение на управляющей сетке, *в*
$Л_1$	2Ж2М	+100	+60	−1,5
$Л_2$	2Ж2М	+110	+75	−1,5
$Л_3$	СО-244	+115	+70	−1,5
	Триодное включение	+118	+118	−1,5
$Л_4$	СО-257	+240	+240	−40
$Л_5$	СО-257	+240	+240	−40
$Л_6$	СО-257	+240	+240	−40
$Л_7$	СО-257	+240	+240	−40

Далее проверяется работа усилителя от звукоснимателя, для чего звукосниматель переключателем $П_1$ подключается к управляющей сетке лампы $Л_1$. Если монтаж произведен правильно, то обычно никакого налаживания не требуется. Необходимо только подобрать отрицательное смещение на управляющие сетки ламп оконечной ступени на минимум искажений и на минимальное потребление этими лампами анодного тока.

После этого приступают к проверке усилителя при работе с микрофоном, для чего, переведя переключатель $П_1$ на работу с микрофона, произносят перед микрофоном счет и подбирают режим усилителя так, чтобы передача была слышна чисто и громко без искажений. Если передача будет сопровождаться сильным шумом или воем, необходимо для избавления от этого явления несколько изменить положение микрофонного трансформатора под шасси усилителя, вращая его вокруг оси с тем, чтобы свести до минимума наводки на него со стороны остальных трансформаторов усилителя.

В том случае, если будет обнаружено самовозбуждение усилителя, выражающееся в виде воя или свиста постоянной силы, необходимо проверить монтаж, убедиться в надежном соединении с шасси экранирующей оболочки сеточных и анодных проводов. Если же все контакты надежны, то надо увеличить величины $R_2 - C_2$ фильтра в анодной цепи первой лампы или же включить развязывающие цепи

в аноды ламп $Л_2$ и $Л_3$. Величина сопротивления в этих фильтрах колеблется от 10 000 до 40 000 *ом*, а емкость конденсатора — от 0,25 до 0,5 *мкф*.

Очень часто причиной самовозбуждения усилителя является нерациональный монтаж сеточных и анодных цепей усилителя. При монтаже усилителя эти цепи надо вести перпендикулярно друг другу.

Заключительный этап налаживания усилителя — это подбор элементов отрицательной обратной связи (C_9, R_{13} и C_{10}, R_{14}). Ориентировочные величины приведены на принципиальной схеме. Необходимо помнить, что величина отрицательной обратной связи увеличивается при уменьшении сопротивлений R_{13}, R_{14} и увеличении емкости конденсаторов C_9, C_{10}.

На этом налаживание усилителя можно считать законченным.

Питание усилителя

Батарейный усилитель выгоднее всего питать от аккумуляторов; только усилитель с выходной мощностью не свыше 1—2 *вт* можно питать от гальванических батарей. Данные батарей, выпускаемых нашей промышленностью, приведены в таблице, помещенной на второй странице обложки.

Данные аккумуляторов, которые можно применять для питания маломощного радиоузла, приводятся в таблицах на третьей странице обложки.

Зарядку аккумуляторов можно производить от зарядного устройства, применяемого для зарядки аккумуляторов радиостанций «Урожай».

В том случае, когда не представляется возможным зарядить аккумуляторы от сети постоянного или переменного тока, для зарядки аккумуляторов можно применить ветродвигатель. Простые ветродвигатели широко описаны в нашей радиолитературе. Один из сравнительно простых ветродвигателей типа ВИМ Д-1,2 описан в № 3 журнала «Радио» за 1950 г., стр. 27.

В случае отсутствия анодных аккумуляторов питание анодных цепей можно производить через сглаживающий фильтр от умформера, который питается от низковольтного аккумулятора. Выбор умформера можно произвести, пользуясь данными, приведенными в таблице, помещенной на второй странице обложки.

ЭКСПЛОАТАЦИЯ УСИЛИТЕЛЕЙ

Описываемые усилители могут служить долго и надежно, не требуя ремонта, если с ними правильно обращаться, оберегать от сырости и грязи, не форсировать питания, следить за надежностью контактов между экранами трансформаторов и шасси.

Надо избегать чрезмерного увеличения громкости и перегрузки усилителя. В случае увеличения выходной мощности сверх нормальной увеличиваются и искажения.

Экранировку микрофонной линии надо систематически проверять. Для этого на вход усилителя включается микрофон, хорошо завернутый в мягкую, плотную ткань. Регулятор громкости вводится наполовину; при этом в контрольном громкоговорителе, расположенном в соседней комнате, должно быть слышно легкое шипение без треска и свиста, в противном случае необходимо проверить качество экранировки микрофонной линии.

При работе со звукоснимателем надо пользоваться хорошими, не заигранными граммофонными пластинками; иголки надо менять после каждого проигрывания.

Если применяется пьезоэлектрический звукосниматель, то необходимо в его провод, идущий на управляющую сетку усилительной лампы, включить постоянное сопротивление в 1—1,2 *мгом,* заблокировав его конденсатором в 300—600 *мкмкф.* Это предохранит от искажения и чрезмерного подчеркивания низких частот.

ПРИЕМНИКИ ДЛЯ РАДИОУЗЛА

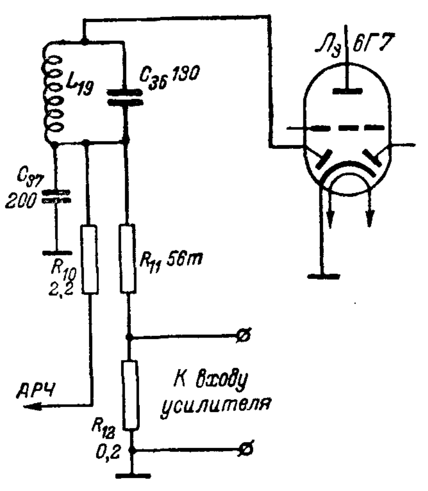
Неотъемлемой частью каждого радиоузла является радиоприемник, предназначаемый для ретрансляции абонентам радиоузла передач радиовещательных станций.

Наша радиопромышленность выпускает специальный радиоприемник ПТС-47, предназначенный для оборудования радиоузлов. Для маломощных радиоузлов этот приемник слишком сложен. В том случае, если конструктор располагает каким-либо приемником, питаемым от сети переменного тока («Минск», «Урал-49», «Восток-49» и пр.), его можно использовать для радиоузла, питаемого от сети переменного тока. Для узла с питанием от батарей и аккумуляторов могут подойти приемники «Родина», «Электросигнал-3» и «Б-912».

Следует, однако, отметить, что на радиоузле такие приемники не будут полностью использованы, так как низкочастотная часть их оказывается ненужной.

При применении сетевого приемника напряжение низкой частоты после второго детектора подается на вход усилителя в экранированном проводе.

На фиг. 11 приведена схема детекторной ступени приемника «Восток-49», с которой снимается напряжение низкой частоты. Аналогичную схему можно применить для любого промышленного приемника. Для того чтобы не нарушать режима работы приемника, лампы ступеней низкой частоты должны быть оставлены на своих местах.



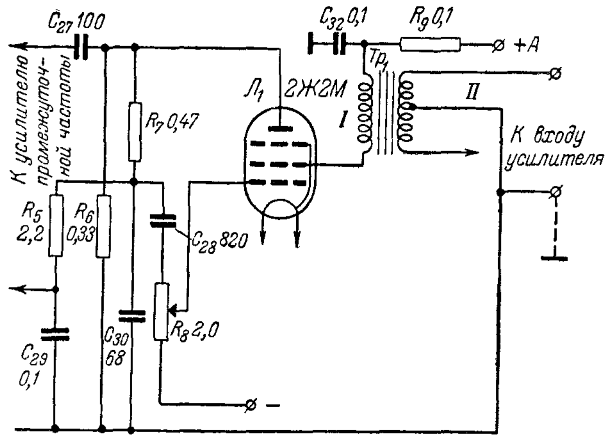
Фиг. 11. Детекторная ступень приемника „Восток-49".

Чтобы громкоговоритель приемника не мешал работе радиоузла, в цепь вторичной обмотки входного трансформатора нужно поставить простейший однополюсный выключатель, выключающий громкоговоритель приемника во время работы радиоузла.

В батарейных радиоприемниках «Родина» и «Электросигнал-3» выходное напряжение снимается после первой ступени низкой частоты (фиг. 12), а в приемнике Б-912 — с выхода приемника. Объясняется это тем, что в батарейном усилителе усиление недостаточно для полной раскачки оконечной ступени. Первая ступень усилителя низкой частоты приемника используется также и при работе от звукоснимателя.

Для радиоузла можно построить специальный радиоприемник. Лучше всего остановиться на приемнике с кнопочным управлением и с числом ламп не более двух. На такой приемник будут хорошо слышны мощные дальние и местные радиостанции, которые главным образом и будет транслировать радиоузел, так как прием маломощных даль-

них станций обычно сопровождается сильными тресками и шумами, резким замиранием слышимости и слушать долго такую передачу довольно утомительно.



Фиг. 12. Детекторная и первая ступень усилителя низкой частоты приемника „Родина".

Приемник с питанием от сети

Схема приемника с питанием от сети переменного тока приведена на фиг. 13. Для уменьшения взаимных помех с усилителем питание приемника осуществляется от отдельного выпрямителя с селеновым столбиком. Приемник собран по схеме 0-V-1 на одном двойном триоде 6Н8М. Приемник имеет фиксированные настройки на три радиовещательные станции. В описании приводятся данные, рассчитанные для приема московских станций. В зависимости от местных условий данные катушек придется подобрать опытным путем.

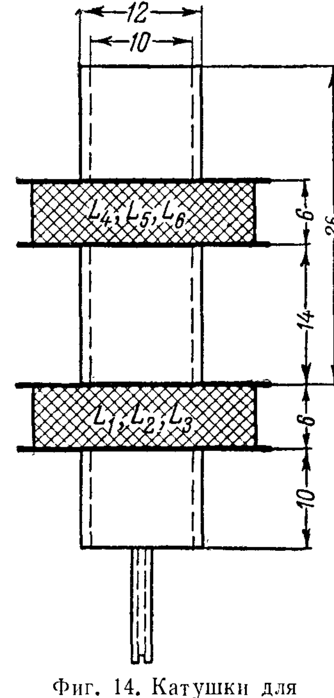
Для повышения чувствительности и избирательности приемника применена положительная обратная связь.

Во время настройки приемника расстояние между контурными катушками и катушками обратной связи подбирается так, чтобы приемник, обладая максимальной чувствительностью, не возбуждался.

Второй триод лампы 6Н8М используется в ступени усиления низкой частоты. С точек *А* и *Б* приемника напряжение звуковой частоты подается на зажимы «Приемник» усилителя радиоузла.

Фиг. 13. Схема приемника 0-V-I.

Шасси приемника по схеме соединено с одним из проводов электросети и соединять его непосредственно с заземленным шасси усилителя нельзя. Поэтому если шасси усилителя заземлено, то между его входным зажимом и точкой *Б* приемника необходимо включить конденсатор 0,1—0,5 *мкф*, рассчитанный на рабочее напряжение 500 *в*.



Фиг. 14. Катушки для приемника 0-V-I.

Трансформатор *Тр* собирается на сердечнике из пластин Ш-19; толщина набора 25 *мм*. Часть обмотки *а—б* состоит из 1 200 витков провода ПЭ 0,18. Обмотка *б — в* имеет 875 витков провода ПЭ 0,12—0,14. Обмотка накала ламп состоит из 65 витков провода ПЭ 0,5.

На месте переключателя *П* используется одноплатный переключатель на три положения.

Изготовление катушек приемника понятно из фиг. 14. Вверху каркаса располагаются катушки обратной связи, внизу — контурные катушки; каркасы катушек склеиваются из плотной бумаги. Наматываются катушки внавал и имеют следующие данные: L_1 — 400 витков, L_2 — 280 витков, L_3 — 75 витков, L_4 — 120 витков, L_5 — 80 витков, L_6 — 25 витков. Все катушки наматываются проводом ПЭШО 0,1—0,12.

Каркас катушки крепится к шасси с помощью двух алюминиевых угольников.

Приемник монтируется на металлическом шасси размером 150 × 100 × 50 *мм*. Сверху шасси располагается лампа, трансформатор, селеновый столбик *В* и электролитические конденсаторы фильтра C_7 и C_8. Переключатель *П*, катушки и все остальные детали расположены под шасси. Монтаж производится изолированным проводом диаметром 1,2—1,5 *мм*.

Налаживание приемника несложно и заключается главным образом в настройке на нужные станции и подборе величины обратной связи. На время настройки приемника вместо конденсатора C_3 следует включить конденсатор переменной емкости на 400—500 *мкмкф*. Настраиваясь на нужную радиостанцию, добиваются путем перемещения магнетитового сердечника такого положения, чтобы настройка на радиостанцию была при введенных примерно на одну треть подвижных пластинах конденсатора переменной емкости. После настройки на нужные радиостанции переменный конденсатор заменяется на постоянный, и окончательная подстройка на максимальную громкость осуществляется магнетитовым сердечником.

Во время настройки приемника производится подбор связи между катушками контура и обратной связи так, чтобы при сближении катушек возникла сильная обратная связь, слышимая в телефонных трубках в виде свиста. После этого катушки раздвигаются на такое расстояние, при котором свист обрывается. В этом положении катушки обратной связи закрепляются на каркасе несколькими каплями клея или сургуча.

Ступень низкой частоты обычно не требует никакой регулировки и налаживания.

Приемник с питанием от батарей

Принципиальная схема приемника приведена на фиг. 15. Приемник собран по схеме 1-V-0 на лампах 2К2М и 2Ж2М. Настройка — фиксированная на три радиостанции. Чтобы избавиться от самовозбуждения приемника катушки L_1, L_2 и L_3 размещаются на шасси, а катушки $L_4 \div L_9$ — под шасси. В анодную цепь детекторной лампы включены катушки обратной связи и выходной трансформатор.

Детали приемника размещаются на металлическом шасси такого же размера, что и шасси для сетевого приемника. Сверху шасси размещаются лампы, катушки L_1, L_2 и L_3. Остальные детали размещаются под шасси. Ламповую панель лампы $Л_2$ желательно амортизировать. Катушки $L_1 \div L_3$ изготавливаются согласно фиг. 16. Катушка L_1 имеет 400 витков, L_2 — 280 витков, L_3 — 75 витков; провод для всех катушек ПЭ 0,12. Катушки $L_4 \div L_9$ изготавли-

Фиг. 15. Схема приемника с питанием от батарей.

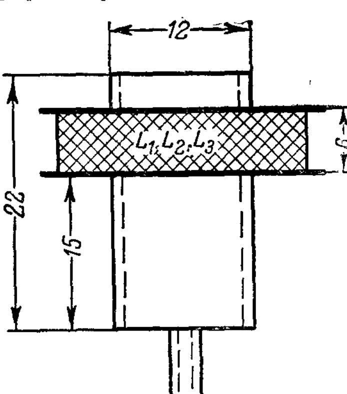
ваются согласно данным катушек сетевого приемника (фиг. 14).

Дроссель $Др_1$ имеет 250 витков провода ПЭ 0,1 и изготавливается согласно данным, приведенным на фиг. 17.

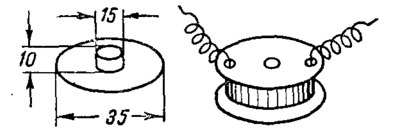
Выходной трансформатор $Тр_1$ собирается на сердечнике из пластин Ш-12; набор 15 *мм*. Первичная обмотка трансформатора имеет 1 000 витков провода ПЭ 0,08—0,1; вторичная — 2 000 витков того же провода. Обмотки изолируются одна от другой тремя-четырьмя слоями парафинированной бумаги.

Питание к приемнику подводится от отдельных батарей (120 и 2 *в*).

Настройка контуров приемника и подбор обратной связи осуществляются так же, как и в сетевом приемнике, только в этом случае на место конденсаторов C_2 и C_4 ставятся раздельные конденсаторы переменной емкости по 400—500 *мкмкф*. В том случае, если, несмотря на то, что катушки разнесены на разные стороны шасси, самовозбуждение все же возникнет, то катушки $L_4 \div L_9$ необходимо заключить в экраны или уменьшить напряжение на экранной сетке лампы $Л_2$, увеличив величину сопротивления R_9.



Фиг. 16. Катушки батарейного приемника.

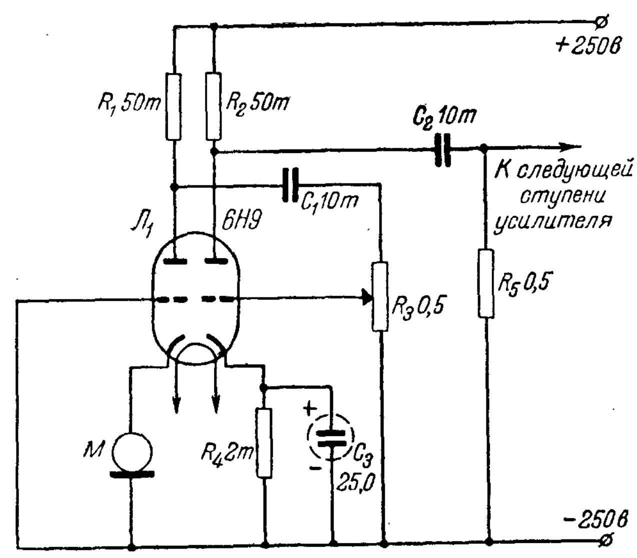


Фиг. 17. Конструкция дросселя.

МИКРОФОНЫ

Для описанных усилителей можно применить несколько типов микрофонов. Наиболее простыми и дешевыми являются угольные микрофоны типов МБ, ЦБ и «Диспетчерский». Для своей нормальной работы они требуют батарей со следующими напряжениями: МБ от 2,5 до 4,5 *в*, «Диспетчерский» до 6 *в*, ЦБ до 24 *в*. Угольные микрофоны создают большие шумы и требуют периодической замены угольного порошка.

Более совершенным является электродинамический микрофон типа СДМ, имеющий одинаковую чувствительность в диапазоне частот от 50 до 10 000 *гц*. Выпускаются также



Фиг. 18. Схема включения микрофона.

ленточные электродинамические микрофоны МР-4 и МЛ-10, но они обладают малой чувствительностью и не подходят для наших целей.

В том случае, если не удастся достать электродинамический микрофон, то можно воспользоваться обычным угольным. Для наших целей лучше всего подойдет капсуль от так называемого диспетчерского микрофона.

Схема включения такого микрофона приведена на фиг. 18.

Крупным недостатком обычных схем включения угольного микрофона является необходимость специальной батареи для его питания. В данной схеме необходимость такой батареи отпадает, и микрофон питается за счет анодного тока левого триода лампы 6Н9. Второй триод лампы является обычным усилителем низкой частоты. Вместо лампы 6Н9 можно применить две лампы 6С5 или 6Ж5. Регулировку усиления осуществляют в правом триоде лампы 6Н9.

Данные кислотных аккумуляторов

Тип	Назначение	Число элементов в батарее	Номинальное напряжение, *в*	Емкость, *ач*	Режим 10-час. разряда: Сила тока, *а*	Емкость, *ач*	Конечное напряжение, *в*
40РАЭ-3	Для питания анодов ламп	40	80	3	0,1	2,5	72
10РАЭ-5	То же	10	20	5	0,16	4	18
10РАДАН-5	„ „	10	20	5	0,16	4	18
10РАДАН-10	„ „	10	20	10	0,32	8	18
РНП-60	Для питания нитей накала ламп	2	4	60	6,0	60	3,6
2РНП-40	То же	2	4	40	1	40	3,6
2РНП-60	„ „	2	4	60	6	60	3,6
2РНП-80	„ „	2	4	80	8	80	3,6
3РНЭ-40	„ „	3	6	40	4	40	5,4
3РНЭ-60	„ „	3	6	60	6	60	5,4
3РНЭ-80	„ „	3	6	80	8	80	5,4

Данные щелочных аккумуляторов

Тип	Число элементов в батарее	Номинальное напряжение, *в*	Нормальный 6-часовой режим заряда: Сила тока, *а*	Емкость, *ач*	Наименьшее напряжение заряженной батареи, *в*	Нормальный часовой режим разряда: Сила тока, *а*	Емкость, *ач*	Наименьшее напряжение в конце разряда *в*
64АКН-2,25	64	80	0,56	3,36	83,2	0,28	2,25	64
2НКНК-45М	2	2,5	11,25	67,5	2,6	5,65	45	2
4НКН-45М	4	5,0	11,25	67,5	5,2	5,65	45	4
5НКН-45	5	6,25	11,25	67,5	5,2	5,65	45	5
6НКН-45	6	7,5	11,25	67,5	7,8	5,65	45	6
10НКН-45	10	12,5	11,25	67,5	13,0	5,65	45	10
5НКН-60	5	6,25	15,0	90,0	6,5	7,5	60	5
5НКН-100М	5	6,25	25,0	150,0	6,5	12,5	100	5
НКН-10	—	1,25	2,5	15,0	1,3	1,25	10,0	1
НКН-22	—	1,25	5,5	33,0	1,3	2,75	22,0	1
НКН-45	—	1,25	11,25	67,0	1,3	5,65	45	1
НКН-60	—	1,25	15,0	90,0	1,3	7,5	60	1
НКН-100	—	1,25	25,0	150,0	1,3	12,5	100	1

Данные элементов и батарей

Тип	Наименование и назначение	Начальное рабочее напряжение, *в*	Номинальный разрядный ток, *ма*	Начальная емкость, *ач*	Напряжение в конце разряда, *в*	Срок хранения, мес.
БАС-80-У-1	Анодная сухая батарея для питания ламп приемника	102	10	1,05	60	15
БАС-80-Х-1 (ГАФ)	То же	102	10	1,05	60	15
БАС-80-Л-0,9 (РУФ)	„ „	92	10	0,85	60	10
БАС-60-0,5	„ „	68	10	0,5	40	10
БАС-Г-60-Х-1,3 (ГАФ)	„ „	71	15	1,3	40	12
БС-70	„ „	73	20	7,0	35	10
Б2С-45	„ „	45	20	8,0	25	10
БСМВД-45	„ „	48	20	10,0	30	8
3СМВД	„ „	1,35	60	45	0,7	9
6СМВД	„ „	1,30	250	150	0,7	9
БНС-МВД-500	„ „	1,30	500	500	0,8	9
БНС-100	Сухая батарея для накала нитей ламп	1,5	150	100	0,7	10

Данные умформеров

Тип умформера	Коллектор низкого напряжения			Коллектор высокого напряжения			Коэффициент полезного действия, %	Число об/мин
	Напряжение, *в*	Ток, *а*	Мощность, *вт*	Напряжение, *в*	Ток, *а*	Мощность, *вт*		
РУН-10	12,9	2,9	37,5	200	0,05	10	27	6 000
РУН-1-А	24	1,4	33,6	200	0,05	10	29	6 000
РУ-11-А	26	1,3	34	220	0,05	11	31	8 500
РУ-11-Б	12	2,6	31,5	220	0,05	11	31	8 500
РУН-30	12	6,3	76	450	0,07	31	42	6 000
РУН-45-Б	12	8,9	107	450	0,1	45	42	8 000
РУН-75-(РМ-2)	12	13	156	750	0,1	75	48	10 000